


|   |                           |   |
|---|---------------------------|---|
|  University of Karlsruhe<br>System Architecture Group<br>Gerd Liefländer |                           |   |
| <b>Nachname/Last name</b>   | <b>Vorname/First name</b> | <b>Matrikelnummer/<br/>Matriculation number</b> |
|   |                           |   |

System Architektur / *System Architecture*  
 Klausur / *Examination*  
 WS 2006/2007, 13. 09. 2007

- Bitte tragen Sie zuerst auf dem Deckblatt Ihren Namen, Vornamen und Ihre Matrikelnummer ein, auf den sonstigen Blättern nur noch Ihre Matrikelnummer, auch auf den Konzeptblättern. *Please enter your last name, first name, and matriculation number on this page and your matriculation number on all other pages (including used and unused draft pages).*
- Die Prüfung dauert 60 Minuten und besteht aus 5 Aufgaben auf 11 Seiten und einem Konzeptblatt. *You have 60 minutes to complete your answers. The examination consists of 5 questions on 11 pages. You have received one additional blank page for drafts, etc.*
- Die Prüfung wäre mit mindestens 20 Punkten von 60 erreichbaren Punkten bestanden. *You pass the examination by obtaining at least 20 marks out of the possible 60 marks.*
- Es sind keinerlei Hilfen erlaubt! *No additional means are allowed!*
- Die Prüfung gilt als nicht bestanden, wenn Sie versuchen, aktiv oder passiv zu betrügen. *You fail the examination if you try to cheat actively or passively.*
- Wenn Sie zusätzliches Konzeptpapier benötigen, verständigen Sie bitte die Klausuraufsicht. *If you need more draft pages please notify one of the supervisors.*
- Bitte machen Sie eindeutig klar, was Ihre endgültige Lösung zu den jeweiligen Teilaufgaben ist. Teilaufgaben mit mehreren Lösungen oder mit widersprüchlichen Teilen werden mit 0 Punkten bewertet. *Make sure that it is absolutely clear what your final solution is for each question. Questions with multiple solutions or with contradicting parts are void: 0 marks.*

Die folgende Tabelle wird von uns ergänzt! *The below table is completed by us!*

| Aufgabe/Question                      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | Total |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|-------|
| Erreichbare Punkte/<br>Possible marks | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 60    |
| Erreichte Punkte/<br>Obtained marks   |    |    |    |    |    |       |
| Note/Grade:                           |    |    |    |    |    |       |

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Aufgabe 1 / Question 1 (Zum Aufwärmen/Warm up, 3 + 2 + 1 + 1 + 5 Punkte/marks)**

1. „Geben Sie für die **drei wesentlichen Speicherhierarchiestufen Cache, RAM und Festplatte (disk)** deren aktuell **typischen Kenngrößen** in der folgenden Tabelle an!“  
*“For the **three major memory hierarchy levels cache, RAM and hard disk** enumerate the currently typical characteristics into the following table.”*

|                     | Cache | RAM | Hard Disk |
|---------------------|-------|-----|-----------|
| Average access time |       |     |           |
| Typical capacity    |       |     |           |

2. „Zählen Sie die **beiden Gründe** auf, warum man **vor** oder **innerhalb** des **Synchronisationsobjekts Monitor** warten muss!“  
*“Enumerate the **two reasons** why you have to wait **in front of** or **inside** the synchronization object monitor.”*

.....  
 .....

3. „Zählen Sie **zwei notwendige** Attribute eines Threadkontrollblocks (*attributes of a thread control block*) auf!“  
*“Enumerate **two mandatory** attributes of a thread control block.”*

.....

Einige der folgenden Aussagen sind korrekt, einige inkorrekt. **Unterstreichen** Sie „korrekt“, wenn die Aussage korrekt ist, unterstreichen Sie „inkorrekt“, wenn die Aussage inkorrekt ist.  
*Some of the following statements are correct, some are incorrect. **Underline** “korrekt” if the statement is correct; underline “inkorrekt” if the statement is incorrect!*

4. „Das Konzept von **speicherabgebildeten Dateien** (*memory mapped files*) kann bei **sequentiellen** Dateien **effizient** verwendet werden.“  
*“The concept of **memory mapped files** can be used **efficiently** with **sequential files**.”*

korrekt

inkorrekt

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Fortsetzung von Aufgabe 1 / Question 1 continued: (1 + 1 + 1 + 1 + 1 Punkte/marks)**

5. „In einem Unix/Linux-Dateikontrollblock (*file control block*) existiert das Attribut **Referenzzähler** (*reference count*). Damit wird gezählt, **wie oft** man auf diese Datei zugegriffen hat.“

*“In a Unix/Linux file control block there is the attribute **reference count**. It is used to count **how often** you have accessed this file.”*

korrekt

inkorrekt

6. „Wenn die Kernfunktion Threadwechsel (*thread\_switch*) als **Makro** implementiert ist, dann muss darin **zusätzlich** der **Befehlszeiger** (*instruction pointer*) gerettet und geladen werden.“

*“If you implement the kernel function `thread_switch` as a **macro**, you must **additionally** save and restore the **instruction pointer**.”*

korrekt

inkorrekt

7. „**Skalierbar** hinsichtlich der **Systemlast** ist ein System, wenn es Applikationen mit **neuen Dienstanforderungen** (*service requirements*) befriedigen kann.“

*“A system is **scalable** with respect to **system load** if it can satisfy applications with **new service requirements**.”*

korrekt

inkorrekt

8. „Das **Betriebsmittelvergabeprotokoll** (*resource allocation protocol*) **Prioritätshürde** (*priority ceiling*) ist **verklemmungsfrei**.“

*“The **resource allocation protocol priority ceiling** is **deadlock free**.”*

korrekt

inkorrekt

9. „Bei **B\*-Dateien** (*B\*-files*) kann es vorkommen, dass beim **Überlauf** eines Datencontainers **auch innere Knoten überlaufen**.“

*“Using **B\*-file** it is possible that **internal nodes overflow as well** if a data container **overflows**.”*

korrekt

inkorrekt

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Aufgabe 2 / Question 2****(1 + 2 + 4 + 5 Punkte/marks)**

1. „Geben Sie ein einfaches Beispiel dafür an, dass sich der **Taskzustand** einer mehrfädigen (*multi threaded*) Applikation vom **Threadzustand** eines ihrer PULTs **unterscheiden** kann!“  
 “Give a simple example showing that the **task state** of a multithreaded application can be **different** from the **thread state** of one of its PULTs.”

2. „**Aktives** Warten (*busy waiting*) im Rahmen von Synchronisationen kann **schädlich**, manchmal aber auch **nützlich** sein. Nennen Sie **jeweils** ein Synchronisationsbeispiel dafür, dass aktives Warten nützlich bzw. schädlich ist und **begründen** Sie, wie es zu dieser Situation kommen kann!“

“**Busy** waiting within synchronizations can be **harmful**, but sometimes it can also be **useful**. Give an example for **each** situation, i.e. when busy waiting is harmful or useful, and **reason** why this situation can occur.”

Sinnvolles aktives Warten / *useful busy waiting*: .....

Begründung/*reason*: .....

Schädliches aktives Warten / *harmful busy waiting*: .....

Begründung/*reason*: .....

3. „Zählen Sie die **vier verschiedenen Formen** von Aktivitätsimplementierungen auf und beschreiben Sie die wesentliche Charakteristik von **einer** dieser vier Formen!“

“Enumerate the **four different** activity implementations and describe the major characteristics of **one** of these four.”

.....

.....

Charakteristik/*characteristics*:

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Fortsetzung von Aufgabe 2 / Question 2 continued:**

**(5 Punkte/marks)**

3. „**Analysieren** Sie, ob die folgende Softwarelösung auf **Anwendungsebene** (*application level*) eine **gültige Lösung** eines wechselseitigen Ausschlussproblems darstellt, die **allen Anforderungen** (*requirements*) genügt.“

*“Analyze whether the following software solution at **application level** is a **valid solution** of a mutual exclusion problem that fulfills **all requirements**.”*

```

/* global data declarations */
var flag: array[0..1] of boolean;
{thread 0}
repeat
  while flag[1] = true do {nothing};
  flag[0] := true;
  {critical section}
  flag[0] := false;
  {remainder section}
forever

{initially flag[0]=flag[1]=false}
{thread 1}
repeat
  while flag[0] = true do {nothing};
  flag[1] := true;
  {critical section}
  flag[1] := false;
  {remainder section}
forever

```

Analyse / *analysis*:

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Aufgabe 3 / Question 3****(2 + 3 + 1 + 6 Punkte/marks)**

1. „System A besteht aus zwei Standardprozessoren, während System B aus nur einem, allerdings doppelt so schnellen Prozessor besteht. Welches der folgenden **Leistungsmaße** (*performance measures*) wird dabei von System A bzw. System B besser erfüllt, wenn nur zwei gleichlange Prozesse zu bearbeiten sind, die beide gleichzeitig bereit sind?“

“System A consists of two standard processors, whereas system B consists of just one processor with double speed. Which of the following **performance measures** will be fulfilled better by System A respectively by system B, when you have to execute only two processes with equal execution time being ready at the same time?”

**Leistungsmaß / performance measure**

**besseres System / better system**

Mittlere Antwortzeit / *average response time*

.....

Mittlere Verweilzeit / *average turnaround time*

.....

2. „Erläutern Sie die die **Grundidee** des **Betriebsmittelvergabeprotokolls** (*resource allocation protocol*) „**nicht verdrängbarer kritischer Abschnitt**“ (*non-preemptive critical section*)! Welche Eigenschaften hat dieses Protokoll?“

“Explain the **fundamental idea** of the **resource allocation protocol** “**non-preemptive critical section**”. Which characteristics does this protocol have?”

3. „Zählen Sie eine **praktikable Vorschrift** auf, mit der man die **notwendige Verklemmungsbedingung** „**Hold And Wait**“ **verhindern** kann!“

“Enumerate a **practicable rule** how to **prevent** the **necessary deadlock condition** “**Hold And Wait**.”

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Fortsetzung von Aufgabe 3 / Question 3 continued:**

**(4 + 2 Punkte/marks)**

4. „Erläutern Sie, warum es bei einem System mit Verklemmungsvermeidung (*deadlock avoidance*) zu einer **Situation** kommen kann, in der man einem Prozess ein exklusives Betriebsmittel **R nicht** gibt, obwohl es zur Zeit **frei** wäre!“  
“*Explain why a situation can occur in a system with deadlock avoidance, where an exclusive resource is **not** given to a process, even though this resource is currently **free**.*”
4. „Mit **welchem Algorithmus** kann man **im allgemeinen Fall** Verklemmungsvermeidung implementieren, und **welchen Aufwand** hat dieser Algorithmus?“  
“With **which algorithm** can you implement deadlock avoidance in the **general case** and **which complexity** does this algorithm have?”

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Aufgabe 4 / Question 4****(2 + 2 + 3 + 5 Punkte/marks)**

1. „Erklären Sie den **Unterschied** zwischen der **Speicherbereinigung** (*garbage collection*) und der **Speicherkompaktifizierung** (*storage compaction*)!“  
*“Explain the **difference** between **garbage collection** and **storage compaction**.”*
  
2. „Welche der Systemkomponenten **Adressraumverwaltung** (*address space management*) oder **physische Speicherverwaltung** (*physical memory management*) wird in einem **geschichteten System** (*layered system*) auf der **höheren Schicht** (*layer*) implementiert? **Begründen** Sie Ihre Ansicht!“  
*“In a layered system, which of the system components **address space management** or **physical memory management** is implemented at the **higher layer**? **Reason** your opinion.”*  
  
.....  
Begründung / reason: .....  
.....
  
3. „Zählen Sie mindestens **drei verschiedene Speicherverwaltungsverfahren** auf, bei denen **interner Verschnitt** (*internal fragmentation*) auftreten kann und **erklären Sie jeweils**, warum dabei interner Verschnitt auftritt!“  
*“Enumerate at least **three different memory management schemes** that can cause **internal fragmentation** and **explain for each of them**, why there can be internal fragmentation.”*

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Fortsetzung von Aufgabe 4 / Question 4 continued: (2 + 3 Punkte/marks)**

4. „Erklären Sie, wie es in einem System mit **virtuellem Speicher** zum **Seitenflattern** (*page thrashing*) kommen kann.“

*“Explain how **page thrashing** can occur in a **virtual memory system**.”*

5. „Ein Prozess P sei hinsichtlich seines Referenzverhaltens in drei Phasen unterteilbar, z.B. Initialisierungs-, Berechnungs- und Terminierungsphase. **Wie** wirken sich diese Phasen auf den **Prozess P selbst**, aber auch **auf das Gesamtsystem** aus, wenn im System eine **lokale Seitenersetzungsstrategie** implementiert ist?“

*“A process P can be divided into three phases with respect to its reference behaviour, e.g. into an initialization-, a computing-, and a termination phase. **How** do these phases affect the **process P itself**, but also the **total system**, when a **local page replacement policy** is implemented?”*

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Aufgabe 5 / Question 5 (3 + 1 + 2 + 6 Punkte/marks)**

1. „Erläutern Sie den Begriff **Metadaten** eines **Dateisystems** und geben Sie mindestens **vier typische Metadaten eines Unix/Linux Dateisystems** an!“  
*“Explain the term **meta data** of a **file system** and enumerate at least **four typical meta data** of a **Unix/Linux file system**.”*

*Meta data of a file system .....*  
*.....*

*Meta data of Unix/Linux FS:*

*.....* *.....*  
*.....* *.....*

2. „Bei einer **erweiterbaren Hashdatei** wird stets die **aktuelle Generationszahl**  $gen_{max}$  verwendet. Wie kann man mit diesem  $gen_{max}$  ein Datenelement **finden**, welches zuvor mit einer **kleineren Generationszahl** in einen Datencontainer abgebildet worden war?“  
*“In an **extensible hash file**, you always use the **current generation number**  $gen_{max}$ . How can you find a data element that has been mapped previously to a data container with a **smaller generation number** using this  $gen_{max}$ ?”*

3. „Welche **Verzeichniseinträge** (*directory entries*) enthält ein **neues** Unix/Linux-Verzeichnis bei seiner Erzeugung?“  
*“Which **directory entries** does a **new** Unix/Linux directory contain upon creation?”*

*.....* *.....*

|  |  |
|--|--|
| <b>Matrikelnummer/Matriculation number</b> |  |
|--|--|

**Fortsetzung von Aufgabe 5 / Question 5 continued:**

**(3 + 3 Punkte/marks)**

4. „Beschreiben Sie die **drei wesentlichen zeitintensiven Phasen** eines Plattenzugriffs und **ordnen** Sie diese Phasen der **Zeitdauer** nach, wenn die Blockgröße 0,5 KB beträgt!“  
 “Describe the **three major time intensive phases** of a disk access, and arrange them according to their **time length**, when the block size is 0.5 KB.”

.....

.....

.....

5. „Entwerfen Sie eine **effiziente** Implementierung der Funktion **bzero( )** (siehe unten)! Der Anwender soll in der Lage sein, einen sehr großen Puffer **buffer** mit Nullen zu füllen, von dem er aber nicht weiß, ob er vollständig benutzt wird, u.U. wird nur ein kleiner Bruchteil davon wirklich benötigt! (Sie können hierzu Pseudocode, eine detaillierte Beschreibung oder eine Kombination aus beiden angeben.)“

“Design an efficient implementation of **bzero( )**. A user wants to be able to zero-fill a very large buffer **buffer**, however, he does not know, whether the complete buffer or only a small amount of this buffer will be used actually. (You can use pseudocode, a detailed description, or a combination.)”

```
//fill this memory buffer with zeroes
void bzero(void* buffer, long buffersize)
```

|   |  |
|---|--|
| <b>Matrikelnummer/<i>Matriculation number</i></b> |  |
|---|--|

Konzeptblatt / Draftpage